



GP 2721
Docket #
329735

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Group Art Unit : 2721
Applicants : Kazuhiro OTSUKA, et al.
Serial No. : 09/164,682
Filed : October 1, 1998
For : METHOD AND EQUIPMENT FOR EXTRACTING IMAGE FEATURES FROM IMAGE SEQUENCE

RECEIVED

MAR 26 1999

Group 2700

Assistant Commissioner for
Patents
Washington, D.C. 20231

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

S I R :

A claim to the Convention Priority Dates of the following Japanese Patent Applications was made at the time this United States application was filed.

<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
9-270263	October 3, 1997
10-49091	March 2, 1998
10-49092	March 2, 1998
10-111731	April 22, 1998
10-111732	April 22, 1998

In order to complete the claim to Convention Priority Dates under 35 U.S.C. 119, a certified copy of each of these Japanese Applications is enclosed herewith.

Respectfully submitted,
KENYON & KENYON

By *Edward W. Greason*
Edward W. Greason
Reg. No. 18,918

One Broadway



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: October 3, 1997

Application Number: Japanese Patent Application
No. 9-270263

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION

RECEIVED

MAR 26 1999

Group 2700

October 23, 1998

Commissioner,
Patent Office Takeshi Isayama (Seal)

Certificate No.10-3084536



PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 22, 1998

Application Number: Japanese Patent Application
No. 10-111731

Applicant(s): NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE
CORPORATION

October 23, 1998

Commissioner,
Patent Office Takeshi Isayama (Seal)

Certificate No.10-3084597

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application: 1998年 4月22日

願番号
Application Number: 平成10年特許願第111731号

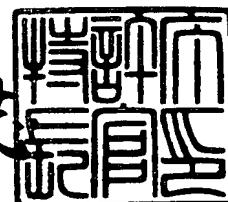
願人
licant(s): 日本電信電話株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1998年10月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



出証番号 出証特平10-3084597

【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH097658

【提出日】 平成10年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 7/20

【発明の名称】 時系列画像動き特徴抽出方法および装置およびこの方法を記録した記録媒体

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大塚 和弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 堀越 力

【発明者】

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 鈴木 智

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代表者】 宮津 純一郎

【代理人】

【識別番号】 100062199

【住所又は居所】 東京都中央区明石町1番29号 披済会ビル 志賀内外
国特許事務所

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 富士弥

【電話番号】 03-3545-2251

【選任した代理人】

【識別番号】 100096459

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 剛

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010607

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 時系列画像動き特徴抽出方法および装置およびこの方法を記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴を定量化する時系列画像動き特徴抽出方法において、

時系列画像を入力する手順と、

該入力された時系列画像内の任意の空間範囲、時間範囲をもつ時空間領域に含まれる、画像中の対象の輪郭の接線方向に垂直な方向のオプティカルフロー成分であるノーマルフローの頻度分布を求める手順と、

該ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順と、

を有することを特徴とする時系列画像動き特徴抽出方法。

【請求項2】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手順を有し、

前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順においては、該ノーマルフローの頻度分布の広がりを、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値の比、あるいは、該ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値以上の値をもつ分布の面積との比、から計算し、動きの一様性の特徴量とする手順を有する。

ことを特徴とする請求項1記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【請求項3】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手順を有し、

前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順においては、該ノーマルフローの速さの任意の区間内の頻度の累積値と、全体の頻度の累積値との比から、時系列画像に含まれる対象の動きの特徴を計算する手順を有する、

ことを特徴とする請求項1記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【請求項4】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、

時系列画像の各フレームを時間方向に積層してできる3次元空間である時空間において、画像中の動輪郭が描く曲面状の運動軌跡の分布を求める手順と、

該曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として、ノーマルフローの頻度分布を求める手順と、

を有することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれかに記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【請求項5】 時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴を定量化する時系列画像動き特徴抽出装置において、

時系列画像を入力する手段と、

該入力された時系列画像内の任意の空間範囲、時間範囲をもつ時空間領域に含まれる、画像中の対象の輪郭の接線方向に垂直な方向のオプティカルフロー成分であるノーマルフローの頻度分布を求める手段と、

該ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段と、

を有することを特徴とする時系列画像動き特徴抽出装置。

【請求項6】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手段を有し、

前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段においては、ノーマルフローの頻度分布の広がりを、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値の比、あるいは、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値以上の値をもつ分布、の面積との比、から計算し、動きの一様性の特徴量とする手段を有する、

ことを特徴とする請求項5記載の時系列画像動き特徴抽出装置。

【請求項7】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布

としてノーマルフローの頻度分布を求める手段を有し、

前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段においては、該ノーマルフローの速さの任意の区間内の頻度の累積値と、全体の頻度の累積値との比から、時系列画像に含まれる対象の動きの特徴を計算する手段を有する、

ことを特徴とする請求項5の時系列画像動き特徴抽出装置。

【請求項8】 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、

時系列画像の各フレームを時間方向に積層してできる3次元空間である時空間において、画像中の動輪郭が描く曲面状の運動軌跡の分布を求める手段と、

該曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として、ノーマルフローの頻度分布を求める手段と、

を有することを特徴とする請求項5から請求項7までのいずれかに記載の時系列画像動き特徴抽出装置。

【請求項9】 請求項1から請求項4までのいずれかに記載の時系列画像動き特徴抽出方法の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録した、

ことを特徴とする時系列画像動き特徴抽出方法を記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

人、交通等の監視や製造工程の制御、気象等の自然現象の解明や予測などの分野において、時系列画像の認識処理を用いた高度化、効率化が望まれている。本発明は、ビデオカメラや気象レーダ装置やリモートセンシング等により得られる時系列画像中の対象の認識のための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、時系列画像の画像特徴を計測する方法としては、時系列画像中の各フレームを取り出し、独立にテクスチャ解析法を行う方法や、時系列画像中の対象

の移動する速度とその方向を計測する方法があった。

【0003】

テクスチャーパターン解析手法の一つのアプローチである統計的テクスチャーパターン解析（例えば文献、Robert M. Haralick, "Statistical and Structural Approaches to Texture", Proceedings of IEEE, Vol. 67, No. 5, 1979）では、例えば、画像平面中の全ての画素について、ある画素と右に3画素離れた画素との輝度の差が1である組み合わせが存在する頻度というような統計量を計算し、画像特徴を定量化している。基本的な図形要素の繰り返しにより得られるような画像表面上の模様（テクスチャーパターンと呼んでいる）といった2次元的な画像特徴の違いを検出するために用いられている。

【0004】

また、時系列画像中の動きを計測する方法としては、時系列画像の2つのフレームを取り出し、その中の小領域毎のマッチングにより、小領域に含まれる対象の動き（速度成分）を計測する方法（文献、遊馬 芳雄、菊池 勝弘、今 久： “簡易気象レーダーによるエコーの移動速度について”，北海道大学地球物理学研究報告，Vol. 44, October, 1984, pp. 35-51）や、時系列画像を時間方向に積層したときにできる空間（これを時空間と呼ぶ）中ににおいて、画像平面中の対象のエッジや輪郭が描く軌跡の方向から対象の動きを計測する方法（特願平9-3116号、特願平9-8563号、特願平9-114577号）などがある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来の時系列画像の画像特徴を計測する方法の一つであるテクスチャーパターン解析を用いた手法では、時系列画像の各フレームを独立した画像として扱うために、時系列画像の特徴として不可欠な要素である動きに関する特徴が計測できなかった。

【0006】

また、時系列画像から速度成分を計測する方法では、対象の並進などの速度成

分しか計測できず、また、時系列画像中の対象の形状や表面模様といった特徴は計測することができなかった。

【0007】

そのため、従来の手法では、気象レーダ装置から得られる気象レーダ画像のような、不定形であり、生成消滅を伴う非剛体を含み、かつ、その対象の動きに特徴があり、単一の画像フレームおよび2フレームのみから得られる画像特徴からでは、その時系列画像に固有の特徴を求めることが困難であった。

【0008】

そこで本発明では、時系列画像中から対象の生成消滅や非剛体性に由来する複雑な動きに関する特徴を定量化する技術を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明では、以下の（1）～（9）の手段により、上記の課題を解決する。

【0010】

（1）時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴を定量化する時系列画像動き特徴抽出方法において、時系列画像を入力する手順と、該入力された時系列画像内の任意の空間範囲、時間範囲をもつ時空間領域に含まれる、画像中の対象の輪郭の接線方向に垂直な方向のオプティカルフロー成分であるノーマルフローの頻度分布を求める手順と、該ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順と、を有することを特徴とする時系列画像動き特徴抽出方法。

【0011】

（2）前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手順を有し、前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順においては、該ノーマルフローの頻度分布の広がりを、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値の比、あるいは、該ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値以上の値をもつ分布の面積との比、から計算し、動きの一様性の特徴量とする手

順を有することを特徴とする請求項1記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【0012】

(3) 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手順を有し、前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手順においては、該ノーマルフローの速さの任意の区間内の頻度の累積値と、全体の頻度の累積値との比から、時系列画像に含まれる対象の動きの特徴を計算する手順を有することを特徴とする請求項1記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【0013】

(4) 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手順においては、時系列画像の各フレームを時間方向に積層してできる3次元空間である時空間において、画像中の動輪郭が描く曲面状の運動軌跡の分布を求める手順と、該曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として、ノーマルフローの頻度分布を求める手順と、を有することを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれかに記載の時系列画像動き特徴抽出方法。

【0014】

(5) 時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴を定量化する時系列画像動き特徴抽出装置において、時系列画像を入力する手段と、該入力された時系列画像内の任意の空間範囲、時間範囲をもつ時空間領域に含まれる、画像中の対象の輪郭の接線方向に垂直な方向のオプティカルフロー成分であるノーマルフローの頻度分布を求める手段と、該ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段と、を有することを特徴とする時系列画像動き特徴抽出装置。

【0015】

(6) 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手段を有し、前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段にお

いては、ノーマルフローの頻度分布の広がりを、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値の比、あるいは、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値以上の値をもつ分布の面積との比、から計算し、動きの一様性の特徴量とする手段を有することを特徴とする請求項5記載の時系列画像動き特徴抽出装置。

【0016】

(7) 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める手段を有し、前記、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を計算する手段においては、該ノーマルフローの速さの任意の区間内の頻度の累積値と、全体の頻度の累積値との比から、時系列画像に含まれる対象の動きの特徴を計算する手段を有することを特徴とする請求項5の時系列画像動き特徴抽出装置。

【0017】

(8) 前記、時空間領域に含まれるノーマルフローの頻度分布を求める手段においては、時系列画像の各フレームを時間方向に積層してできる3次元空間である時空間において、画像中の動輪郭が描く曲面状の運動軌跡の分布を求める手段と、該曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として、ノーマルフローの頻度分布を求める手段と、を有することを特徴とする請求項5から請求項7までのいずれかに記載の時系列画像動き特徴抽出装置。

【0018】

(9) 上記(1)から(4)までのいずれかの時系列画像動き特徴抽出方法の手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを、該コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録したことを特徴とする時系列画像動き特徴抽出方法を記録した記録媒体。

【0019】

これまでの一般的な時系列画像の動きの表現法であるオプティカルフローでは、開口問題の影響を受け、また、対象の並進性などの仮定をおく必要があった。それに対し、本発明では、オプティカルフローではなくノーマルフローの頻度分布を求め、その分布から動きに関する特徴量を計算している。そのため、開口問

題の影響を受けずに、複雑で幅広い動きを捉えることができ、また、頻度分布の広がりから安定かつ簡単に時系列画像中の対象の動きの一様性の特徴量を求めることができる。

【0020】

また、これまででは時系列画像中のある画素のノーマルフローを求める際に、空間的、時間的に隣接する画素との濃度差を計算しており、画像にノイズが重畠している場合には、その影響を過度に受けるため、着目する対象の動きの特徴量を正確かつ安定に得ることができなかった。それに対し、本発明では、ノーマルフローの頻度分布を求めるために、対象の動輪郭が時空間中に描く曲面状の運動軌跡に着目し、その運動軌跡に接する接平面の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求めている。つまり、本発明では、時空間中の曲面として対象の動輪郭を表現し、その曲面に最もよく接する接平面を求めており、このように、従来法よりもより広い範囲の情報を元にノーマルフローを計算しているために、画像に多少のノイズが重畠している場合にも、安定に、ノーマルフローを検出することができる。その結果、画像に付加されるノイズや対象の生成消滅などが生じる環境下でも、その影響に応じた動きの特徴を正確かつ安定して計算することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0022】

図1は、本発明の一実施形態例を説明する図であって、100は入力部、200は処理部、300は出力部をそれぞれ示す。

【0023】

200の処理部は、入力部100において入力された時系列画像から、特徴抽出の対象となる領域を抽出する対象領域抽出部201と、その領域を記憶する時空間メモリ251と、ノーマルフローの頻度分布を求めるノーマルフロー検出部202と、得られたノーマルフローの2変数の頻度分布を記憶する2次元ノーマルフローメモリ252と、速度の大きさに関するノーマルフローの頻度分布を記

憶する1次元ノーマルフローメモリ253と、得られたノーマルフローの頻度分布から画像の動きに関する特徴量を定量化する特徴定量化部203とからなる。

【0024】

300の出力部は、特徴定量化部203より出力される特徴量をディスプレイ装置やファイル装置などに出力する。

【0025】

図2は、図1の実施形態例の動作例を示すとともに、本発明による方法の一実施形態例を示すフローチャートである。

【0026】

時系列画像を入力部100により処理部200へ入力し（ステップ401）、その時系列画像から特徴抽出の対象となる対象領域を対象領域抽出部201により抽出し（ステップ402）、対象領域内のノーマルフローの頻度分布をノーマルフロー検出部202により求め（ステップ403）、ノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる動きに関する特徴量を特徴定量化部203により定量化し（ステップ404）、得られた特徴量を出力部300により出力する（ステップ405）。

【0027】

以下では、処理部200の動作例を具体的に説明する。

【0028】

対象領域抽出部201では、入力部100によって入力された時系列画像から画像特徴の計測対象となる任意の空間範囲と時間範囲をもつ領域の抽出を行い、時空間メモリ251に記憶させる。

【0029】

時空間メモリ251は、対象領域抽出部201により抽出された時系列画像の領域を、画像空間、の2軸と時間軸の3次元からなる画像輝度の配列として記憶する。

【0030】

ノーマルフロー検出部202では、対象領域抽出部201により抽出され時空間メモリ251に記憶されている時系列画像の領域に含まれる対象物体のノーマ

ルフローを検出し、その頻度分布を計算し、2次元ノーマルフローメモリ252および1次元ノーマルフローメモリ253に記憶させる。

【0031】

ここでは、その方法として、画像中の対象の動輪郭が、時系列画像の各フレームを時間方向に積層してできる3次元空間、（これを時空間と呼ぶ）に描く曲面状の運動軌跡の分布を求め、該曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として、ノーマルフローの頻度分布を求める方法を示す。

【0032】

まず、画像中の対象の動輪郭が時空間に描く運動軌跡を得るために、時空間メモリ251に記憶されている時系列画像I(x, y, t)に対して、フレーム間の差分を計算し、その正值または負値もしくは絶対値をとった画像を時間方向に積層してできる3次元ボリュームデータ（これを時空間差分画像D(x, y, t)と呼ぶ）を構築する。正值を用いる例では、

【0033】

【数1】

$$D(x, y, t) = \begin{cases} I(x, y, t+1) - I(x, y, t) & \text{if } I(x, y, t+1) - I(x, y, t) > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \dots (1)$$

【0034】

のように、時空間差分画像D(x, y, t)が計算でき、画像中のエッジや輪郭を底曲線とする柱面状の運動軌跡が抽出できる。時空間差分画像D(x, y, t)の濃淡値の大きさは、画像中のエッジや輪郭の輝度の空間分布の不連続の大きさと動きの量にほぼ比例する。

【0035】

次に、3次元ボリュームデータとして構築された運動軌跡から、運動軌跡に接する接平面の頻度分布を求める。ここでは、その方法として、時空間差分画像D

(x, y, t) に対して 3 次元ハフ変換を行い、接平面の頻度分布を 3 次元ハフ変換の投票分布としてパラメータ空間に得る方法を示す。

【0036】

ここでは、3 次元空間中の平面を極座標 (θ, ϕ, ρ) を用いて表現する。図 3 に示すように、3 次元空間中の点 (x_i, y_i, t_i) を通る平面は、極座標 (θ, ϕ, ρ) を用いて

$$x_i \cdot \cos \theta \cdot \sin \phi + y_i \cdot \sin \theta \cdot \sin \phi + t_i \cdot \cos \phi = \rho \\ \dots (2)$$

$$0 \leq \theta < 2\pi$$

$$0 \leq \phi \leq \pi/2$$

$$-\infty < \rho < \infty$$

のように表せる。ただし、(θ, ϕ) は平面の法線方向、 ρ は原点から平面までの最短距離を表す。平面を表す 3 つのパラメータの張る空間を平面パラメータ空間 S_p とここでは呼ぶことにする。式 (2) から、3 次元空間中の一点 (x_i, y_i, z_i) は平面パラメータ空間中の一曲面に対応することがわかる。実際には、平面パラメータ空間 S_p は、微小間隔 ($\Delta \theta, \Delta \phi, \Delta \rho$) で離散化され、3 次元配列として確保される。ここで、配列の要素をセルと呼ぶ。

【0037】

次に、投票処理を用いて、時空間差分画像 D として表される対象領域中の運動軌跡の接平面の分布をパラメータ空間 S_p 中のセルの値として得る。具体的には、時空間差分画像 $D (i, j, t)$ 中の全ての画素について、式 (2) で表される曲面を計算し、この曲面が通過するパラメータ空間 S_p 中のセルの値を、時空間差分画像中の画素 $D (i, j, t)$ の値だけ増加させる。この処理を投票と呼ぶ。全ての画素について投票を行なった後、平面パラメータ空間 $S_p (\theta, \phi, \rho)$ の各セルに集積された投票の合計値は、対象となる接平面の頻度分布を意味し、パラメータ (θ, ϕ, ρ) をもつ運動軌跡の接平面の強度とする。よって、パラメータ空間 S_p 中の投票値の分布のピークの座標が時空間に含まれる運動軌跡の接平面を表すパラメータに対応する。

【0038】

次に、パラメータ空間 $S_p(\theta, \phi, \rho)$ の投票分布から、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求め、2次元配列である2次元ノーマルフローメモリ252に格納する。また、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布としてノーマルフローの頻度分布を求める。これを、1次元配列である1次元ノーマルフローメモリ253に格納する。

【0039】

パラメータ空間 $S_p(\theta, \phi, \rho)$ において、パラメータ θ はノーマルフローの方向に対応し、パラメータ ϕ はノーマルフローの速度の大きさに対応し、パラメータ ρ は対応する輪郭の位置を示している。よって、パラメータ空間 $S_p(\theta, \phi, \rho)$ 中の分布を、パラメータ θ, ϕ の張る空間に投影することにより、ノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布を得ることができる。その一例として、下式のようにノーマルフローの頻度分布 $S_N(\theta, \phi)$ を求めることができる。

【0040】

【数2】

$$S_N(\theta, \phi) = \max_{\rho} S_p(\theta, \phi, \rho) \quad \cdots (3)$$

【0041】

また、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布 S_L は、2次元のノーマルフローの頻度分布 $S_N(\theta, \phi)$ から

【0042】

【数3】

$$S_L(\phi) = \sum_{\theta} S_N(\theta, \phi) \quad \cdots (4)$$

【0043】

のように得ることができる。ここでノーマルフローの速度の大きさ V [画素/フレーム] と、パラメータ ϕ [度] の間には $V = 1 / \tan \phi$ の関係がある。

【0044】

こうして得られた2次元のノーマルフローの頻度分布 $S_N(\theta, \phi)$ は、2次元配列である2次元ノーマルフローメモリ252に格納され、1次元ノーマルフローの頻度分布 $S_L(\phi)$ は、1次元配列である1次元ノーマルフローメモリ253に格納される。

【0045】

特徴定量化部203では、前記、ノーマルフロー検出部202によって検出され、2次元ノーマルフローメモリ252および1次元ノーマルフローメモリ253に格納されているノーマルフローの頻度分布より、時系列画像の対象領域に含まれる動きに関する特徴量を定量化し、出力部300へと出力する。

【0046】

まず、2次元ノーマルフローメモリ252に格納されてるノーマルフローの方向と速さをパラメータとする2変数の頻度分布の広がりから対象領域に含まれる対象の動きの一様性に関する特徴を定量化する。

【0047】

ここでは、図4のようなノーマルフローの頻度分布の広がりを定量化するために、ノーマルフローの頻度分布の最大値と平均値 T_N の比、あるいは、ノーマルフローの頻度分布の最大値と、平均値以上の値をもつ分布の面積 W_N との比などから動きの一様性の特徴量を計算する方法を以下の f_1 から f_5 のように示す。

【0048】

【数4】

$$f_1 = \frac{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi)}{T_N} \quad \dots (5)$$

$$f_2 = \frac{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi) - T_N}{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi)} \quad \dots (6)$$

$$f_3 = W_N \quad \dots (7)$$

$$f_4 = \frac{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi)}{W_N} \quad \dots (8)$$

$$f_5 = \frac{1}{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi)} \cdot \frac{\max_{\theta, \phi} S_N(\theta, \phi) - T_N}{W_N} \quad \dots (9)$$

【0049】

なお、以上の方法以外の方法も利用できる。

【0050】

また、ノーマルフローの速さをパラメータとする1変数の頻度分布からは、ノーマルフローの頻度分布を求める手順と、ノーマルフローの速さの任意の区間内の頻度の累積値と、全体の頻度の累積値との比から、時系列画像に含まれる対象の動きの特徴を計算する。

【0051】

その一例として、任意に設定したノーマルフローの速さ V_{TH} [画素/フレーム] 以上の速さの動きが全体の動きに占める割合を以下のように計算する方法が利用できる。

【0052】

【数5】

$$f_6 = \frac{\sum_{\phi} \geq_{\phi} S_L(\phi)}{\sum_{\phi} S_L(\phi)} \quad \dots (10)$$

【0053】

ただし、 $\phi_v = \tan^{-1} V_{TH}$ である。このようにして時系列画像中の対象の速さに関する特徴量を得ることができる。

【0054】

なお、以上 の方法以外の方法も利用できる。

【0055】

以下で具体的な実施形態例を説明する。

【0056】

いま、図5 (a) に示すような格子状に粒子が並び、右上 の方向に $\sqrt{2}$ [画素 / フレーム] の速度で一様に移動する時系列画像パターンを考える。このパターン内では、全ての画像要素が一様に移動しているため、動きの一様性は高いと考えられる。また、このパターンに対して、図5 (b) に示すように、ごま塩雑音を付加した時系列画像パターンを比較のために考える。このごま塩雑音は、全てのフレームでランダムに分布しているため、基本的な格子パターンの動きとは、全く異なった複雑で多様な動きをもつ。

【0057】

図5 (a)、図5 (b) のそれぞれについてノーマルフローの頻度分布の様子を図6 (a)、図6 (b) に示す。図6 (a)、図6 (b) の画像中の各点の濃度がノーマルフローの頻度に対応しており、白い点ほど頻度が高い。図6 (a) の中央部に曲線状に広がった分布は、図5 (a) の基本パターンのノーマルフロー成分に対応している、この場合、この曲線上の点のみが極めて高い値をもち、他の部分から突出している。そのため、式(5)～(9)に示した動きの一様性の特徴量は高い値を示す。それに対し、図6 (b) は、基本パターンのノーマル

フロー成分に対応する曲線状の分布は認められるが、画像上に付加された雑音に由来するノーマルフロー成分があらゆる方向、速度の大きさに広く分布している。そのため、図5（a）と比較して動きの一様性の特徴量は低い値を示す。

【0058】

図7には、図5（b）中のごま塩雑音の量を変えていったときの、動きの一様性の特徴量の推移を示す。動きの一様性の特徴量には、式（9）で示した特徴量 f_5 を用いた。図7の横軸は、画像の全画素数に対する、ごま塩雑音を付加した画素数の割合である。図7より、ノイズの割合の増加に伴って、動きの一様性が低下している様子がわかる。

【0059】

なお、本発明は、データを保存し、それらを自由に読み出し可能なハードディスクやそれに準ずる装置と、データを処理する際に必要なバックアップやそれに準ずる装置と、所望の情報を表示、出力するディスプレイやファイル装置などの装置を備え、それらをあらかじめ定められた手順に基づいて制御する中央演算装置などを備えたコンピュータやそれに準じる装置をもとに、上述した実施形態例での各部の処理の一部もしくは全部、ないしは、図2のフローチャートに示した手順もしくはアルゴリズムを記述した処理プログラムやそれに準じる物を、該コンピュータに対して与え、制御、実行させることで実現することが可能である。ここで、該処理プログラムやそれに準ずる物を、コンピュータが実行する際に読み出しを実行できるROM、メモリカード、CD-ROM、フロッピーディスク（FD）、光磁気ディスク（MO）、DVD、あるいはそれらに準ずる記憶媒体に記録して、提供し、配布することが可能である。

【0060】

【発明の効果】

以上で説明したように、本発明によれば、時系列画像中の対象の動きを、ノーマルフローの頻度分布として検出し、その分布の広がりから、系列画像中の対象の動きの一様性などの動きに関する特徴量を定量化している。そのため、時系列画像中から対象の対象の生成消滅や非剛体性に由来する複雑な動きに関する特徴を定量化することができる。また、本発明によれば、ノーマルフローの頻度分布

を、時系列画像中の対象の動輪郭が時空間中に描く曲面状の運動軌跡に接する接平面の頻度分布として検出している。そのため、画像に付加されるノイズや対象の生成消滅などが生じる環境下でも、その影響に応じた動きの特徴を安定して計算することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施形態例の構成図である。

【図2】

本発明の一実施形態例の流れ図である。

【図3】

3次元空間中の平面の極座標表現を説明する図である。

【図4】

ノーマルフローの頻度分布を3次元的に図示した図である。

【図5】

本発明の一実施形態例で説明した時系列画像のある1フレームの画像を示す図であり、(a)は基本パターン、(b)はノイズを付加したパターンを表す。

【図6】

本発明の一実施形態例で得られたノーマルフローの頻度分布の様子を示す図であり、(a)は基本パターンに対する分布、(b)はノイズを付加したパターンに対する分布を表す。

【図7】

本発明の一実施形態例として、画像に付加されるノイズの量を変化させたときの、動きの一様性の特徴量の推移の様子を示した図である。

【符号の説明】

100…入力部

200…処理部

201…対象領域抽出部

202…ノーマルフロー検出部

203…特徴定量化部

251…時空間メモリ

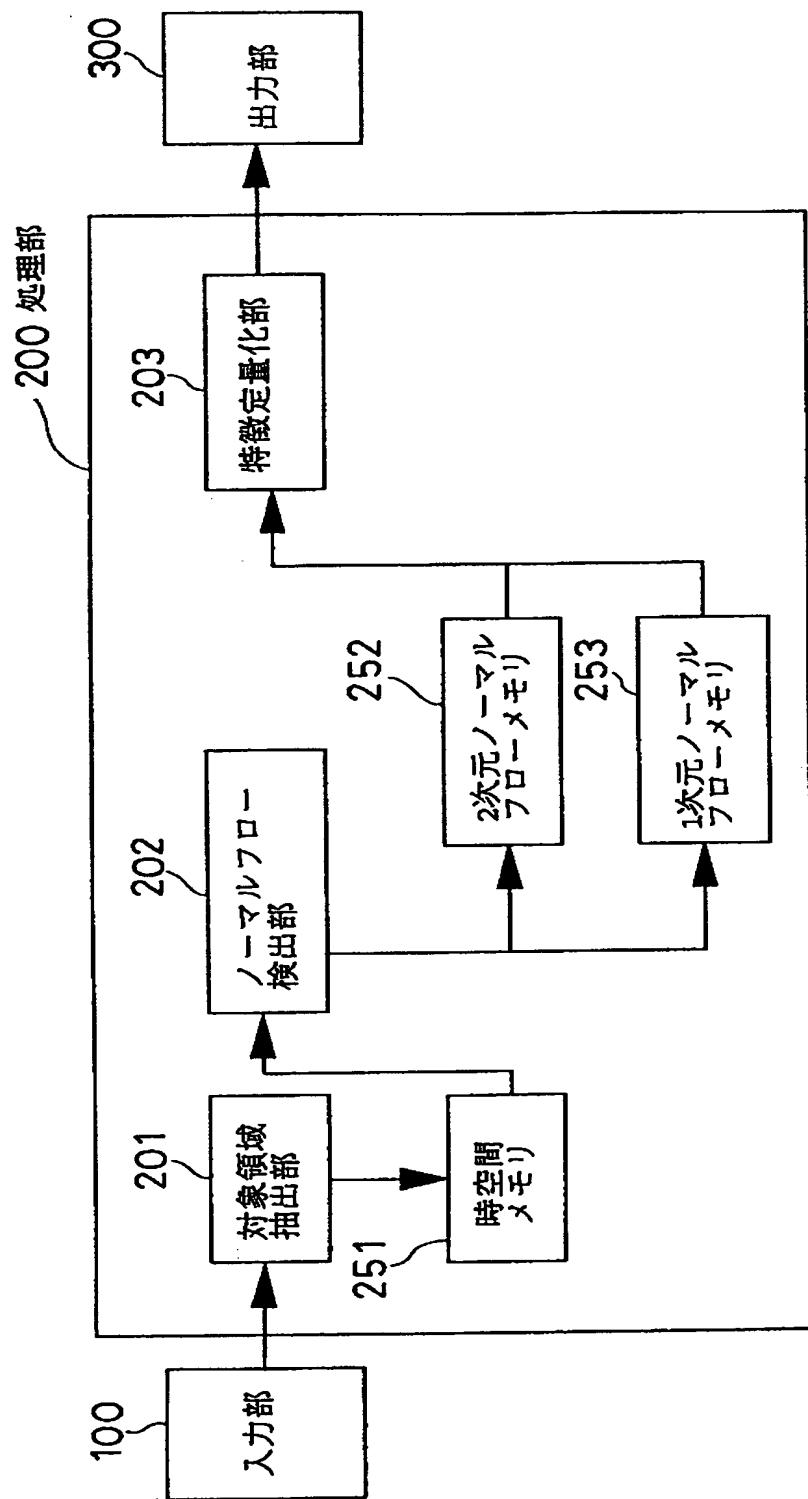
252…2次元ノーマルフローメモリ

253…1次元ノーマルフローメモリ

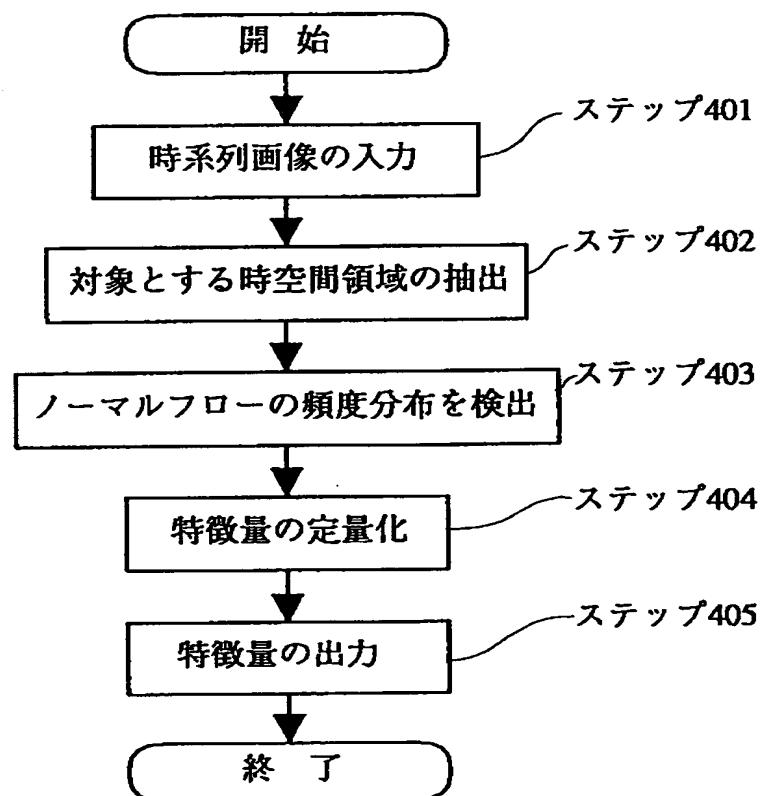
300…出力部

【書類名】 図面

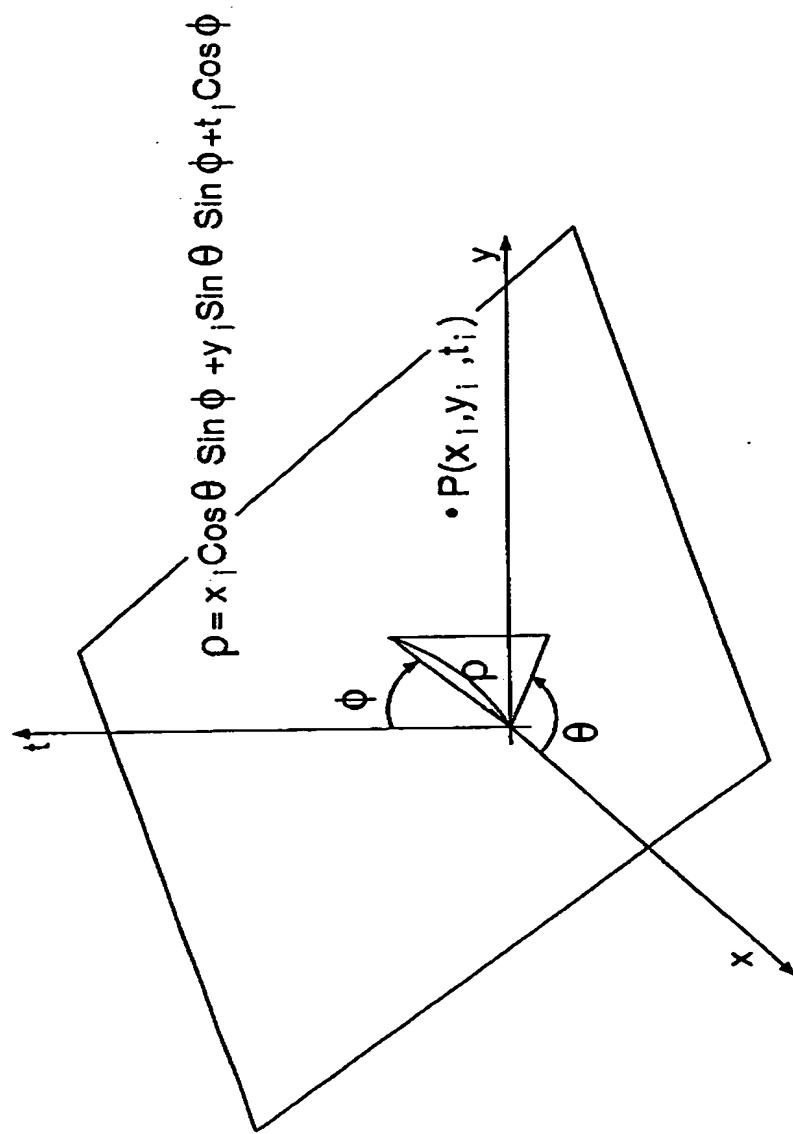
【図1】



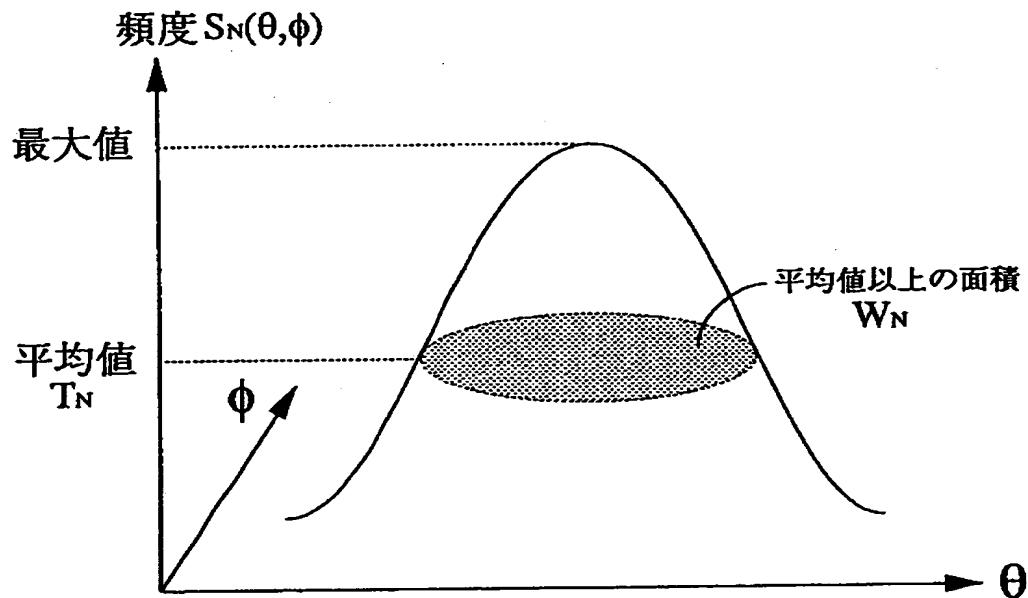
【図2】



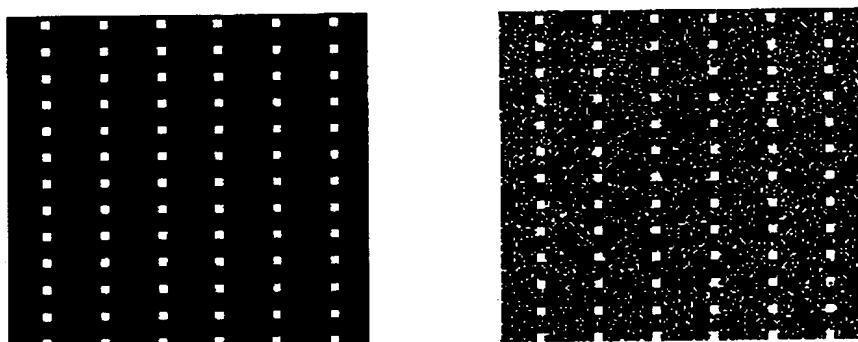
【図3】



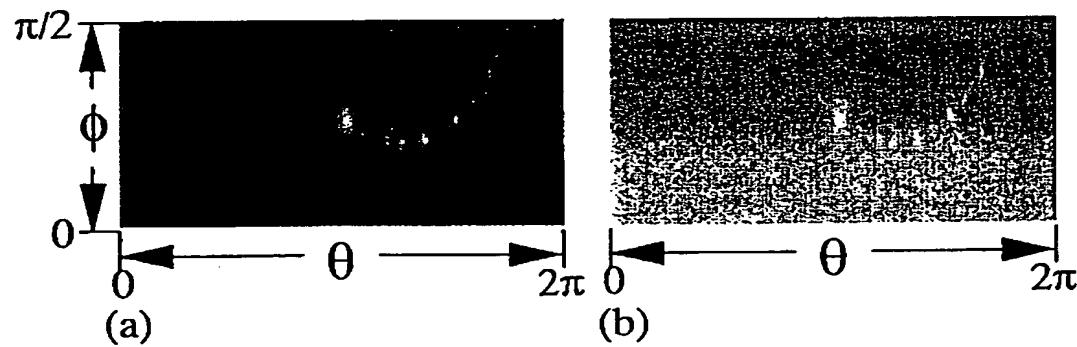
【図4】



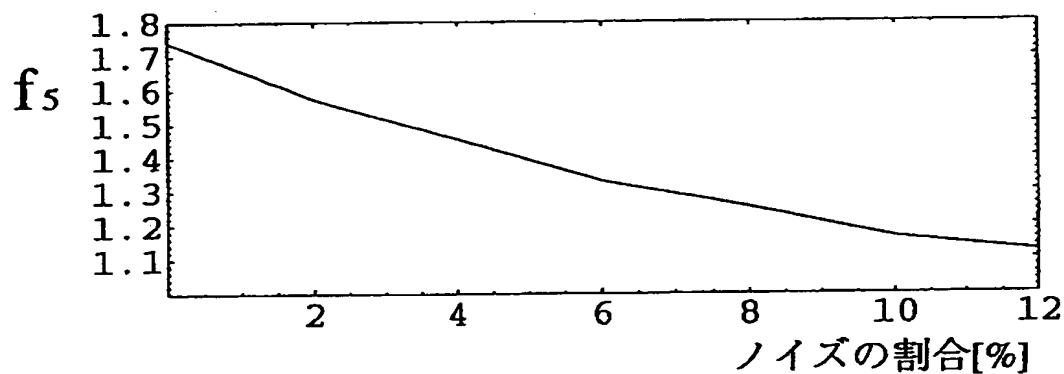
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 時系列画像中から対象の生成消滅や非剛体性に由来する複雑な動きに関する特徴を定量化する技術を提供する。

【解決手段】 まず、時系列画像を入力部100により処理部200へ入力する。次に、処理部200では、その時系列画像から特徴抽出の対象となる対象領域を、対象領域抽出部201により抽出する。続いて、この対象領域内のノーマルフローの頻度分布を、ノーマルフロー検出部202により求める。そして、得られたノーマルフローの頻度分布から時系列画像に含まれる対象の動きに関する特徴量を、特徴定量化部203定量化する。最後に、得られた特徴量を出力部300から出力する。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062199

【住所又は居所】 東京都中央区明石町1番29号 振済会ビル 志賀

内外国特許事務所

志賀 富士弥

【選任した代理人】

【識別番号】 100096459

【住所又は居所】 東京都中央区明石町1番29号 振済会ビル志賀内

外国特許事務所

橋本 剛

出願人履歴情報

識別番号 [000004226]

1. 変更年月日 1995年 9月21日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

氏 名 日本電信電話株式会社